

PERBANDINGAN KANDUNGAN MERKURI PADA *EUCHEUMA SPINOSUM* DI PULAU PARI, TELUK JAKARTA DENGAN DI PANTAI PASAURAN, BANTEN, JAWA BARAT

IG. Seregeg,* L. Barliani** dan Sri Soewasti*

ABSTRACT

Aquatic ecosystem of Jakarta Bay has already been contaminated by mercury on the average of 20 ppb due to the increasing number of industries in Jakarta and its surroundings which dispose their wastes to the rivers ended at Jakarta Bay. The average concentration of mercury in sea water at the Jakarta Bay is significantly different from the concentration of mercury in sea water at Pasauran Beach, Banten, West Java which is still undetectable. The increasing mercury in sea water caused also increasing mercury in *Eucheuma spinosum*, a kind of algae consumed by many people. Samples of *E. spinosum* taken from Pulau Pari in Jakarta Bay showed the average of 0,3184 ppm mercury which is significantly different from the samples taken, from Pasauran Beach with an average of 0,0796 ppm mercury.

PENDAHULUAN

Setiap kegiatan pembangunan akan menimbulkan dampak terhadap lingkungan. Dampak ini dapat bersifat positif yaitu memberikan manfaat kepada masyarakat dan lingkungan kehidupan di sekitarnya, dapat pula bersifat negatif berupa menurunnya mutu lingkungan hidup biota dan masyarakat sekitarnya. Pembangunan sektor industri di Jakarta dan sekitarnya semakin hari semakin banyak. Makin pesatnya perkembangan industri baik dalam jumlah maupun ragamnya, jelas akan diikuti dengan pertambahan jumlah dan macam limbah, berupa padatan, cairan maupun gas. Limbah industri ini bila tidak dikelola dengan baik sesuai dengan prinsip "Pembangunan Berwawasan Lingkungan" dapat menurunkan dan

mengancam kelestarian lingkungan termasuk sumberdaya alam yang ada di lingkungan tersebut. Salah satu limbah industri yang berbahaya adalah merkuri. Di Teluk Jakarta terdapat *Eucheuma spinosum*, sejenis rumput laut yang antara lain dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan agar-agar.

LATAR BELAKANG

Ekosistem perairan merupakan bagian integral dari suatu lingkungan hidup manusia yang relatif banyak dipengaruhi oleh berbagai kegiatan dan relatif mudah untuk dijadikan petunjuk bagi terjadinya kerugian lingkungan¹. Lautan sebagai salah satu bagian dari ekosistem perairan, merupakan lingkungan hidup yang dapat dicemari oleh berbagai bahan pencemar

* Puslit Ekologi Kesehatan, Badan Litbangkes, Dep. Kes., Jakarta.

** APK — TS, Dep. Kes., Jakarta.

yang berasal dari kegiatan manusia di sepanjang pantai atau di lautan itu sendiri. Pencemaran laut dapat disebabkan oleh kegiatan manusia di darat yang membuang bahan pencemar ke sungai yang selanjutnya tertampung di laut².

Daerah industri yang ada di sekitar Jakarta, seperti Bekasi, Bogor dan Tangerang serta Jakarta, sebagian besar menyalurkan buangan industrinya melalui sungai (kali). Sungai-sungai tersebut antara lain Kali Bekasi, Kali Sunter, Kali Cakung, semuanya bermuara di Teluk Jakarta. Buangan industri-industri tersebut memberi beban limbah tidak saja terhadap sungai-sungai itu melainkan juga terhadap Teluk Jakarta yang merupakan akhir perjalanannya melalui sungai-sungai itu. Ternyata dari hasil penelitian kandungan logam-logam berat perairan Teluk Jakarta yang dilakukan oleh beberapa instansi dapat dilihat kandungan merkurnya cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini jelas akan berpengaruh terhadap kehidupan biota di Teluk Jakarta dan langsung ataupun tak langsung akan berpengaruh pula terhadap kesehatan masyarakat di sekitarnya.

PERMASALAHAN

Industri di Jakarta dan sekitarnya semakin tahun semakin bertambah banyak baik dalam jumlah maupun jenisnya³. Sebagian dari industri itu limbahnya mengandung unsur logam berat yang beraneka ragam. Dewasa ini sebagian besar industri menyalurkan limbahnya ke perairan umum (hanya sebagian kecil yang diolah lebih dahulu) melalui beberapa saluran buangan yaitu saluran Pertukangan, saluran Induk Pulo Gadung,

Kali Sunter dan Banjir Kanal. Karena semua saluran buangan ini bermuara di Teluk Jakarta, pencemaran badan air di Teluk Jakarta tidak dapat dielakkan lagi. Menurut Badan Tenaga Atom Nasional (BATAN), kandungan logam berat seperti Hg, Pb, Cd, Ni dan Zn dalam air permukaan Teluk Jakarta telah melampaui batas kritis.⁴

Di antara logam berat tersebut di atas yang penting karena dapat berakumulasi pada organisme hidup adalah merkuri. Hasil pengukuran kandungan merkuri dalam badan air laut oleh Lembaga Minyak dan Gas Bumi (LEMIGAS, 1974) sebesar 4 ppb sama dengan hasil yang dilakukan Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkotaan dan Lingkungan (P4L, 1975). Hasil pengukuran yang dilakukan oleh Badan Tenaga Atom Nasional (BATAN, 1977) sebesar 35 ppb, sedangkan Lembaga Oseanologi Nasional (LON, 1979) memperoleh hasil sebesar 115 ppb untuk badan air jauh dari muara. Nilai-nilai ini bila dibandingkan dengan standar Rancangan Peraturan Pemerintah Pengendalian Pencemaran Air (RPP-PPA) sudah jauh melampaui batas yaitu 17 kali untuk pemeriksaan BATAN, 57 kali untuk daerah dekat muara serta 43 kali untuk daerah jauh dari muara pada pemeriksaan LON. Kandungan merkuri ini di Teluk Jakarta telah mengalami kenaikan dari tahun ke tahun.⁵

Kenaikan kandungan merkuri pada badan air diduga ada yang berpengaruh terhadap kenaikan kandungan merkuri dalam tubuh suatu organisme yang hidup di perairan itu. Bila organisme itu merupakan sumberdaya alam yang banyak dikonsumsi oleh manusia sebagai makanan misalnya, hal ini jelas akan berpengaruh buruk terhadap kesehatan masyarakat yang mengkonsumsinya.

Setiap organisme hidup mempunyai relung ekologi dalam suatu rantai makanan. Bila salah satu relung ini dicemari oleh merkuri maka melalui proses makan-memakan yang berjalan secara alamiah, lambat atau cepat seluruh sistem kehidupan di sekitar tempat itu akan rusak. Untuk memecahkan masalah ini diperlukan adanya suatu pendekatan.

PENDEKATAN MASALAH

Pendekatan melalui parameter kimia terhadap pencemaran di Teluk Jakarta telah banyak dilakukan dan memberikan hasil pengukuran yang sangat mengagumkan melalui perhitungan matematika yang tepat. Namun demikian ketetapan ini tidak akan mempunyai arti bagi kehidupan bila tidak dilengkapi dengan pengukuran/pemeriksaan parameter biologis.

Salah satu tanaman yang banyak dibudidayakan dan dapat dijadikan objek penelitian untuk melengkapi parameter kimia tersebut adalah sejenis rumput laut yang menjadi bahan baku agar-agar yaitu *Eucheuma spinosum*. *E. spinosum* (Rhodophyceae: Gigartinales) adalah tumbuhan benthos dengan ciri-ciri morfologi sebagai berikut (Gambar 1):

1. Batang tanaman adalah batang palsu berbentuk silinder tegak dengan percabangan berderet teratur dan mempunyai puncak.
2. Batang palsu ini berwarna coklat ungu sampai hijau kuning.
3. Pada daerah bonggol percabangan mempunyai sedikit puncak yang sederhana.
4. Pada batang palsu dan percabangan terdapat bentuk-bentuk seperti duri (spines).
5. Substansi batang palsu lunak seperti gelatin atau seperti tulang rawan.

Kebanyakan tumbuhan ini tumbuh di daerah pasang-surut litoral dan sublitoral, melekat pada substrat batu pada dasar perairan. Habitatnya yang khusus adalah mendapatkan aliran air laut yang tetap pada kedalaman 30 sampai 50 cm waktu surut terendam dengan perubahan suhu yang kecil. Tumbuhan ini hidup mengelompok dengan jenis-jenis rumput laut yang lain dalam suatu persekutuan yang saling menguntungkan untuk penyebaran spora. Cara berkembang biaknya dapat bersifat vegetatif dan generatif. Dalam melanjutkan kehidupannya tumbuhan ini sangat tergantung kepada keadaan lingkungan perairan di sekitarnya. Bila lingkungan perairan telah dicemari logam berat, kemungkinan besar kandungan logam berat dalam tumbuhan ini pun meningkat pula. Salah satu logam berat itu adalah merkuri.

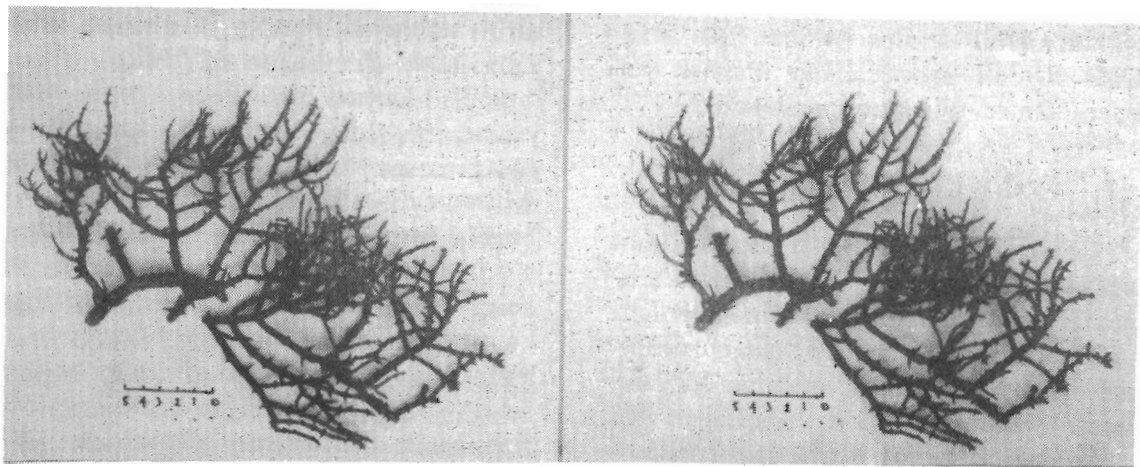
Untuk menggambarkan besarnya masalah pencemaran Teluk Jakarta perlu diberikan perbandingan keadaan perairan dengan lingkungan menyerupai Teluk Jakarta namun relatif belum terkena pencemaran. Untuk ini dipilih perairan pantai Pasauran, Banten, Jawa Barat.

Tujuan penelitian

Untuk membandingkan kandungan merkuri dalam *E. spinosum* di perairan Teluk Jakarta dengan di Perairan Pantai Pasauran.

Hipotesis

Kandungan merkuri dalam *E. spinosum* di perairan Teluk Jakarta yang telah terkontaminasi logam berat, mempunyai perbedaan dengan kandungan merkuri dalam *E. spinosum* di perairan pantai Pasauran, Banten, Jawa Barat.



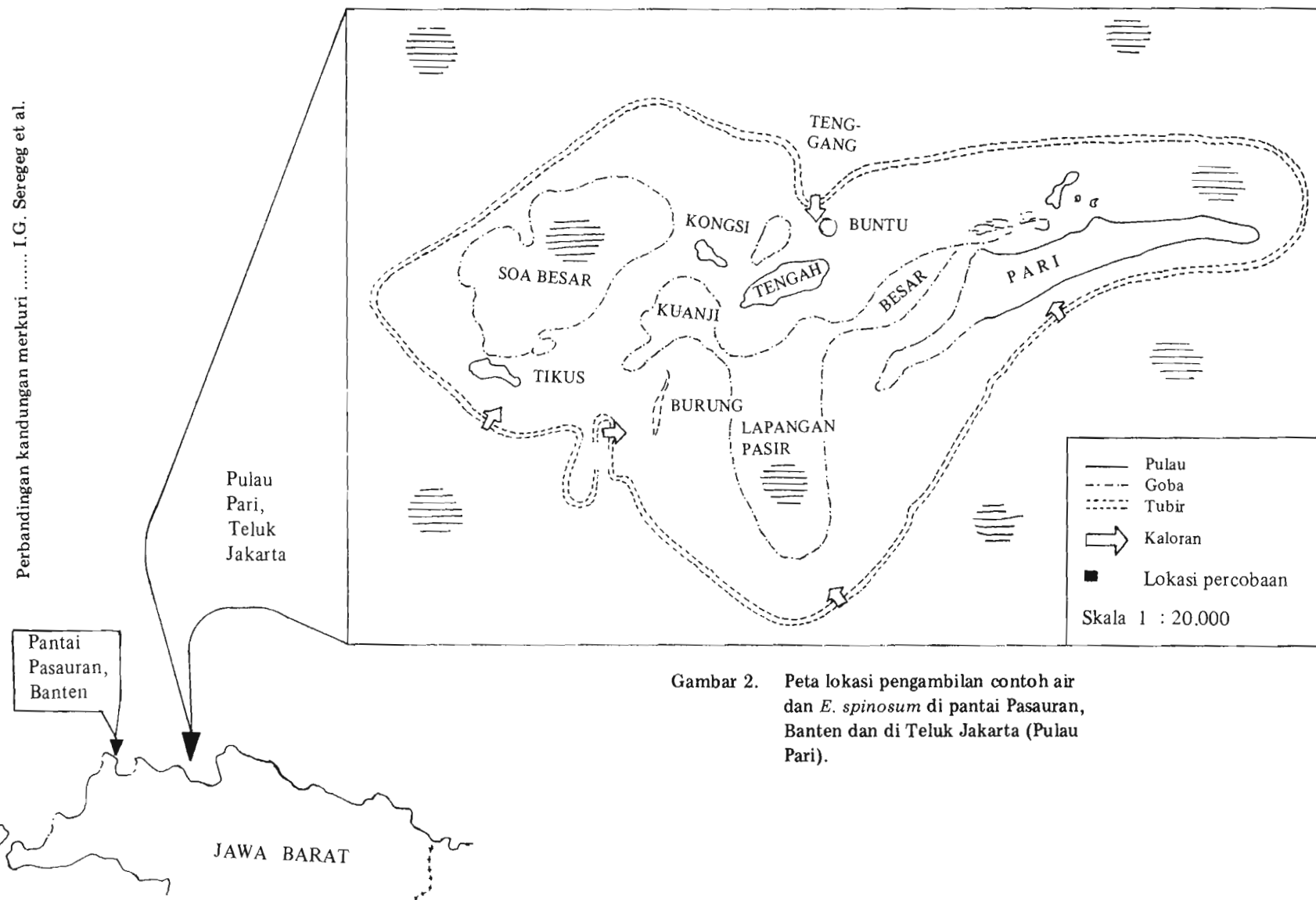
Gambar 1. Contoh *E. spinosum* yang diambil dari pulau Pari, Teluk Jakarta dan Pantai Pasauran, Banten, Jawa Barat.

BAHAN DAN CARA

Daerah penelitian adalah Pulau Pari di Teluk Jakarta dan pantai Pasauran, Banten di Jawa Barat (Gambar 2). Untuk masing-masing daerah penelitian, ditentukan 5 lokasi pengambilan contoh. Jarak satu lokasi dengan lokasi lainnya berkisar antara 100 m sampai 200 m. Dari satu lokasi diambil sebanyak tiga contoh *E. spinosum* dan 500 ml air. Masing-masing contoh ditempatkan dalam plastik yang telah diberi label. Contoh air diambil dengan botol contoh terbuat dari plastik yang diberi pemberat, kemudian dipindahkan pada jeriken plastik yang se-

belumnya telah dibilas dengan air contoh. Pada air contoh dibubuhkan 10 tetes H_2SO_4 pekat agar pH mencapai 1,5 — 3 untuk memperpanjang waktu selang. Sisa air dari botol diperiksa pH nya. Pemeriksaan suhu dan pH dilakukan juga terhadap air di lokasi pengambilan contoh.

Pemeriksaan kandungan merkuri pada ganggang (algae) dilakukan dengan cara "Atomic Absorption Spectrophotometry" dalam bentuk ekstrak. Atomik Absorption Spectrophotometry yang digunakan adalah "Varian Type 1000 single burn". Pemeriksaan dilakukan di Balai Besar Industri Hasil Pertanian di Bogor.



Gambar 2. Peta lokasi pengambilan contoh air dan *E. spinosum* di pantai Pasauran, Banten dan di Teluk Jakarta (Pulau Pari).

Tabel 2. Kandungan air pada *E. spinosum* di Pulau Pari, Teluk Jakarta

No Contoh	Berat Basah(gr)	Berat Kering (gr)	Kandungan Air (%)	Berat yang Diekstrak
1	75,0010	54,3758	27,5000	10,0025
2	75,0015	54,0088	29,2167	10,0020
3	75,0025	54,9962	25,7500	10,0025
4	75,0050	55,6875	25,7550	10,0015
5	75,0015	55,2195	26,3755	10,0015
6	75,0025	54,1140	27,8505	10,0020
7	75,0010	54,0036	27,9525	10,0015
8	75,0025	52,3122	30,2520	10,0025
9	75,0015	55,6122	25,8520	10,0015
10	75,0010	55,0884	28,5498	10,0015
11	75,0020	54,4104	27,4550	10,0015
12	75,0010	54,0066	27,9120	10,0010
13	75,0010	51,8634	30,8497	10,0025
14	75,0015	54,1849	27,7550	10,0010
15	75,0010	54,3289	27,5625	10,0005

Tabel 3. Kandungan air pada *E. spinosum* di Pantai Pasauran, Banten, Jawa Barat.

No Contoh	Berat Basah (gr)	Berat Kering(gr)	Kandungan Air (%)	Berat yang Diekstrak (gr)
1	75,0005	54,2436	27,6756	10,0010
2	75,0004	54,1100	27,8525	10,0010
3	75,0010	54,9363	26,7525	10,0015
4	75,0015	53,9990	28,0015	10,0015
5	75,0010	54,4691	27,3755	10,0012
6	75,0013	54,3223	27,5716	10,0010
7	75,0010	55,7161	25,6255	10,0025
8	75,0020	53,1245	29,1692	10,0010
9	75,0015	54,4419	27,6122	10,0015
10	75,0010	54,1935	27,7729	10,0015
11	75,0015	54,2975	27,9047	10,0010
12	75,0005	54,7958	26,9358	10,0015
13	75,0020	54,0945	27,2092	10,0010
14	65,0015	54,0595	27,9221	10,0010
15	75,0010	53,5959	28,5397	10,0015

HASIL

Air contoh yang diambil dari Pulau Pari dan pantai Pasauran mempunyai kandungan merkuri, pH, suhu seperti tertera pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut maka didapatkan kandungan air rata-rata untuk contoh yang diambil dari Pulau Pari yaitu sebesar 27,7725%. Sedangkan untuk sampel yang diambil dari Pantai Pasauran kandungan air rata-ratanya adalah 27,5945%.

Tabel 1. Kandungan merkuri, suhu dan pH di Pulau Pari dan Pantai Pasauran, Banten Jawa Barat.

No Contoh	pH		Suhu		Kandungan merkuri /ppm	
	I	II	I	II	I	II
1	7	7,5	29	29	0,02	tt
2	7,2	7	28	29	tt	tt
3	7	7	28	28	0,02	tt
4	7,8	7	29	28	tt	tt
5	7	7	28	28	tt	tt

Keterangan : I = Pulau Pari, II = Pantai Pasauran, tt= tidak terdeteksi.

Dari hasil pengukuran di atas didapatkan pH rata-rata untuk perairan Pulau Pari = 7,2 dan untuk perairan Pantai Pasauran = 7,1. Suhu rata-rata untuk kedua perairan itu sama yaitu 28,4°C. Kandungan merkuri pada air contoh yang diambil dari Pulau Pari terdeteksi pada dua contoh yaitu 0,02 ppm atau 20 ppb. Sedangkan untuk contoh yang diambil dari Pantai Pasauran tidak terdeteksi karena kandungannya kecil.

Echeuma spinosum

1. Dari pengukuran terhadap *E. spinosum* yang diambil dari Pulau Pari dan Pantai Pasauran didapatkan nilai kandungan air, berat kering masing-masing 15 contoh seperti yang tercantum pada Tabel 2 dan Tabel 3.

2. Untuk kandungan merkuri pada *E. spinosum*, dari hasil pengukuran merkuri pada *E. spinosum* dengan memakai alat "Atomic Absorption Spectrophotometry" didapatkan hasil pembacaan seperti yang tercantum pada Tabel 4. Sedangkan kandungan merkuri yang sebenarnya didapat dari hasil perhitungan berdasarkan kandungan merkuri hasil pembacaan, berat contoh yang diekstrak, pengenceran serta kandungan air. Kandungan merkuri ini dinyatakan dalam ppm berat kering dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Dari pengukuran kandungan merkuri rata-rata untuk contoh *E. spinosum* yang diambil dari Pulau Pari didapat hasil rata-rata 0,3184 ppm. Sedangkan untuk contoh yang diambil dari Pantai Pasauran hasil rata-ratanya 0,0796 ppm.

**Tabel 4 Kandungan merkuri hasil pemba-
caan pada "Atomic Absorption
Spectrophotometry"**

No Contoh	Kandungan merkuri (ppm)	
	Pulau pari	Pantai Pasauran
1	0,26	tt
2	0,24	tt
3	0,05	0,02
4	tt	tt
5	tt	tt
6	0,12	tt
7	tt	0,03
8	0,38	tt
9	0,12	0,03
10	tt	tt
11	tt	0,03
12	tt	tt
13	0,14	0,08
14	0,05	0,04
15	tt	0,05

Keterangan: tt = tidak terdeteksi

Tabel 5. Kandungan merkuri pada *E. spinosum*, hasil perhitungan dalam berat kering.

No Contoh	Kandungan merkuri (ppm)	
	Pulau Pari	Pantai Pasauran
1	0,9442	0
2	0,8492	0
3	0,1830	0,0731
4	0	0
5	0	0
6	0,4327	0
7	0	0,2974
8	1,2561	0
9	0,4286	0,1085
10	0	0
11	0	0,1080
12	0	0
13	0,4849	0,2830
14	0,1805	0,1440
15	0	0,1785

PEMBAHASAN

Kandungan merkuri yang didapat dari hasil analisis ternyata berbeda-beda. Kandungan merkuri pada contoh yang diambil dari Pulau Pari ternyata kandungannya lebih besar dibandingkan dengan kandungan merkuri yang diambil dari Pantai Pasauran. Kandungan merkuri pada organisme lebih mudah diukur karena merkuri mempunyai sifat berakumulasi pada organisme, sedangkan pada air karena mengalami pengenceran dan turbulensi maka sukar diukur. Berdasarkan hasil pengukuran pada air contoh yang diambil dari Pulau Pari, terdeteksi kandungan merkuri 0,02 ppm atau 20 ppb. Sedangkan hasil pengukuran yang telah dilakukan BATAN pada tahun 1979 adalah 4,0 — 26,0 ppb. Jadi kandungan merkuri hasil pengukuran ini hampir sama. Untuk contoh yang diambil dari Pantai Pasauran merkuri tidak terdeteksi karena kandungannya kecil.

Hasil rata-rata kandungan merkuri pada *E. spinosum* yang diambil dari Pulau Pari 0,3184 dan yang diambil dari Pantai Pasauran 0,0796 ppm. Hasil rata-rata contoh yang diambil di dua lokasi ini ternyata nilainya masih di bawah batas yang ditetapkan oleh Food and Drug Regulation untuk bahan makanan hasil laut yaitu 0,5 ppm.

Berdasarkan data pada tabel 7 terlihat bahwa kandungan merkuri hasil pengukuran berbeda antara contoh dari Pulau Pari dan Pantai Pasauran. Untuk mengetahui apakah perbedaan itu nyata atau tidak, dilakukan pengujian dengan cara analisis sidik ragam (analisis varian) yang sekaligus untuk mengetahui apakah hipotesa yang diajukan pada penelitian ini ditolak atau diterima. Dari hasil analisis terbukti bahwa ada perbedaan

yang nyata antara kandungan merkuri pada *E. spinosum* yang diambil dari Pulau Pari dan Pantai Pasauran. Dengan demikian berarti kandungan merkuri pada *E. spinosum* di Pulau Pari lebih besar daripada kandungan merkuri pada *E. spinosum* di Pantai Pasauran dan kandungan merkuri di perairan Pulau Pari lebih besar daripada di perairan Pantai Pasauran. Jadi berarti kandungan merkuri pada perairan itu mempengaruhi kandungan merkuri pada alga tersebut.

Daerah yang menerima buangan industri lebih banyak sehingga tingkat pencemaran lebih besar seperti halnya Teluk Jakarta yang menerima aliran dari kali-kali dan saluran yang menampung buangan industri, mempunyai tingkat pencemaran merkuri yang lebih tinggi. Kandungan merkuri pada perairan Pulau Pari sebesar 20 ppb, sedangkan "Environmental Protection Agency" USA, menetapkan kandungan merkuri yang diperkenankan untuk daerah perairan laut 0,10 ppb. Dalam Rancangan Peraturan Pemerintah RI tentang Baku Mutu Air Laut dicantumkan nilai merkuri untuk budidaya biota laut lebih kecil atau sama dengan 3 ppb. Jadi jelas kandungan merkuri pada daerah perairan itu telah melebihi batas.

Walaupun hasil rata-rata kandungan merkuri pada sampel *E. spinosum* di dua lokasi ini masih di bawah batas yang diperkenankan oleh Food and Drug Regulation, tetapi bukan tidak mungkin kandungan ini akan meningkat bila daerah perairan itu terus-menerus menerima pencemaran merkuri. Perairan yang mengandung kadar merkuri tinggi akan mempengaruhi kenaikan kandungan merkuri pada biota yang hidup di perairan tersebut. Oleh sebab itu sangat perlu dilakukan pemantauan kandungan merkuri pada perairan yang diduga mempu-

nyai kandungan merkuri yang tinggi. Pada daerah yang kandungan merkurnya kecil diusahakan pencegahan agar kandungannya tidak bertambah tinggi. Dalam hal ini sangat diperlukan kesadaran dari kalangan industri untuk mengelola limbah industri, terutama yang mengandung logam berat, dan perlu adanya lokasi pembuangan limbah industri yang berbahaya dan beracun sehingga tidak membahayakan lingkungan dan tidak menimbulkan dampak yang merugikan dan membahayakan keselamatan manusia. Mengingat merkuri merupakan logam yang dapat berakumulasi pada organisme, maka kenaikan kandungan merkuri pada bahan makanan hasil laut yang dikonsumsi manusia akan dapat membahayakan kesehatan manusia.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan dan pembahasannya dapat diambil kesimpulan dan dirumuskan saran-saran sebagai berikut:

Kesimpulan

- Dari hasil pengukuran kandungan merkuri pada alga jenis *E. spinosum*, didapatkan kandungan merkuri rata-rata untuk alga yang diambil dari Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Teluk Jakarta sebesar 0,3184 ppm. Sedangkan untuk alga yang diambil dari Pantai Pasauran sebesar 0,0796 ppm.
- Kandungan merkuri rata-rata untuk *E. spinosum* di dua lokasi ini masih di bawah kandungan maksimum yang diperkenankan oleh "Food and Drug Regulation" untuk bahan makanan hasil laut (0,5 ppm).

- c. Dari hasil analisis yang telah dilakukan terbukti kandungan merkuri pada perairan di mana alga hidup mempengaruhi kandungan merkuri pada alga itu. Perairan yang kandungan merkurnya lebih besar menyebabkan kandungan merkuri yang lebih besar pula pada alga.

Saran-saran

- a. Untuk lebih sempurnanya penelitian ini perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan contoh yang lebih banyak.
- b. Perlu dilakukan penelitian pada jenis hasil laut yang lain pada tempat yang diduga kandungan merkurnya tinggi atau melebihi batas yang diperkenankan.
- c. Perlu dilakukan pemantauan kandungan merkuri dalam perairan sebagai salah satu usaha untuk menjaga kelestarian ekosistem dan mencegah dampak yang merugikan serta membahayakan keselamatan manusia.
- d. Industri diharuskan melaksanakan pengolahan air buangan dan perlu adanya lokasi pembuangan limbah industri yang mengandung bahan-bahan yang berbahaya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Drs. Horas Hutagalung dan teman-teman lainnya di Puslitbang Oceanology (LON) atas segala bantuan yang telah diberikan dalam penyelesaian masalah ini. Juga kepada Dra Tritugaswati dan teman-teman lain di Puslit Ekologi Kesehatan serta Drs. Made Sumatra M.Sc. dan teman-teman lainnya di BATAN penulis mengucapkan banyak terima kasih atas kerja sama dan informasi yang telah diberikan kepada penulis.

KEPUSTAKAAN

1. Sutamihardja, RTM (1978). *Majalah Prisma* 7(8). Lembaga Penelitian Pendidikan dan Penerangan Ekonomi dan Sosial Jakarta.
2. Suwirma, S; S. Surtipanti dan Sofyan Yatim (1981). Studi kandungan logam berat Hg, Pb, dan Cr dalam beberapa jenis hasil laut segar. *Majalah BATAN* 14(1).
3. Anonymous (1981). Jumlah dan jenis industri di Jakarta tahun 1975-1980. Kantor Sensus Statistik DKI Jakarta.
4. Yatim, S et al. (1979). Distribusi unsur logam berat dalam air laut permukaan Teluk Jakarta. *Majalah BATAN* 12(3)
5. Hutagalung, Horas (1987). Komunikasi pribadi.

* * * * *